

КИБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 681.3

Нечеткие вероятности нечетких событий / А.И. Провотар, А.А. Провотар // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 3–13.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 9 назв.

Аннотация. Предложен подход к нахождению вероятностных характеристик нечетких событий. Вероятности описываются нечеткими треугольными числами, которые могут удовлетворять тем или иным условиям. Рассмотрены примеры вычисления нечетких вероятностей нечетких событий.

Ключевые слова: нечеткие множества, нечеткие треугольные числа, вероятность нечеткого события, нечеткая вероятность нечеткого события.

Нечіткі ймовірності нечітких подій / О.І. Провотар, О.О. Провотар // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 3–13.

Анотація. Запропоновано підхід до знаходження ймовірнісних характеристик нечітких подій. Ймовірності описано нечіткими трикутними числами, які можуть задовольняти тим чи іншим умовам. Розглянуто приклади обчислення нечітких ймовірностей нечітких подій.

Ключові слова: нечіткі множини, нечіткі трикутні числа, ймовірність нечіткої події, нечітка ймовірність нечіткої події.

Fuzzy probabilities of fuzzy events / O.I. Provotar, O.O. Provotar // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 3–13.

Abstract. An approach to finding the probabilistic characteristics of fuzzy events is proposed. Herewith the probabilities are described by fuzzy triangular numbers that can satisfy one or another condition. Examples of calculating the fuzzy probabilities of fuzzy events are considered.

Keywords: fuzzy sets, triangular fuzzy numbers, probability of a fuzzy event, fuzzy probability of a fuzzy event.

УДК 004.9

Применение Блокчейн-технологий для повышения качества АСУ сложных динамических систем / В.В. Хиленко // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 14–20.

Лл.: 1. Табл.: 0. Библиогр.: 11 назв.

Аннотация. Рассмотрено использование блокчейн-технологий для повышения качества систем управления сложными распределенными динамическими системами. Предложена технология структуризованного блокчейн-реестра. Предложено решение вопроса выбора математического аппарата для реализации данной технологии.

Ключевые слова: сложная распределенная динамическая система, блокчейн-технологии, математическое моделирование, система управления, структуризованный (кластеризованный) блокчейн-реестр, СППР, искусственный интеллект.

Застосування блокчейн-технологій для підвищення якості АСУ складних динамічних систем / В.В. Хиленко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 14–20.

Анотація. Розглянуто використання блокчейн-технологій для підвищення якості систем керування складними розподіленими динамічними системами. Наведено технологію структурованого блокчейн-реєстру. Запропоновано вирішення питання вибору математичного апарату для реалізації такої технології.

Ключові слова: складна розподілена динамічна система, блокчейн-технології, математичне моделювання, система керування, структурований (кластерований) блокчейн-реєстр, СППР, штучний інтелект.

Application of blockchain technologies to improve the quality of ACS of complex dynamic systems / V.V. Khilenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 14–20.

Abstract. The use of blockchain technologies to improve the quality of control systems of complex distributed dynamic systems is considered. The technology of structured blockchain registry is proposed. A solution to the problem of choosing a mathematical apparatus for the implementation of this technology is proposed.

Keywords: complex distributed dynamic system, blockchain technologies, mathematical modeling, control system, structured (clustered) blockchain registry, DSS, artificial intelligence.

УДК 519.816(045)

Алгоритмы вывода решений на основе унифицированных логических моделей управления / А.Е. Литвиненко // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 21–30.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 11 назв.

Аннотация. Предложены унифицированные формы моделей представления знаний в экспертных системах управления. Доказано, что при количественном измерении характеристик состояния объекта управления задача вывода управленческого решения сводится к исследованию задачи комбинаторной оптимизации с линейной структурой и двусторонними ограничениями-неравенствами. Приведен алгоритм решения подобных задач, реализующий идею направленного перебора вариантов.

Ключевые слова: экспертные системы, управление, логические модели, алгоритмы, вывод решений, оптимизация.

Алгоритми виведення рішень на основі уніфікованих логічних моделей керування / О.Є. Литвиненко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 21–30.

Анотація. Запропоновано уніфіковані форми моделей представлення знань в експертних системах керування. Доведено, що за кількісного вимірювання характеристик стану об'єкта керування задача виведення управлінського рішення зводиться до дослідження задачі комбінаторної оптимізації з лінійною структурою і двосторонніми обмеженнями-нерівностями. Наведено алгоритм розв'язання подібних задач, який реалізує ідею спрямованого перебору варіантів.

Ключові слова: експертні системи, керування, логічні моделі, алгоритми, виведення рішень, оптимізація.

Algorithms for solutions inference based on unified logical control models / A. Litvinenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 21–30.

Abstract. Unified forms of knowledge representation models in expert control systems are proposed. It is proved that at quantitative measurement of the characteristics of the state of the controlled object, the task of deriving a control solution is reduced to the investigation of a combinatorial optimization problem with a linear structure and two-sided inequality constraints. An algorithm for solving such problems is given, which implements the idea of directional selection of variants.

Keywords: expert systems, control, logical models, algorithms, inference of decisions, optimization.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.8

Оптимизация маршрутов команды бпла при наличии альтернативных и динамических депо / В.П. Горбулин, Л.Ф. Гуляницкий, И.В. Сергиенко // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 31–41.

Лл.: 0. Табл.: 1. Библиогр.: 29 назв.

Аннотация. Предложены содержательная постановка и математические модели проблем оптимизации маршрутов команды беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при обследовании или обслуживании заданного множества объектов при наличии альтернативных и динамических депо (мест старта и/или приземления) и ресурсных ограничений. К таким задачам, в частности, относятся проблемы планирования полетов БПЛА, использующих движущие платформы в качестве депо. Критериями оптимизации являются как суммарная длина маршрутов, так и количество задействованных БПЛА. Разработаны и реализованы алгоритмы решения сформулированных задач комбинаторной оптимизации, основанные на оптимизации муравьиными колониями, табу поиске и полном переборе. Представлены результаты вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: оптимизация маршрутов, БПЛА, муравьиные алгоритмы, динамические депо, табу поиск, гремлины.

Оптимізація маршрутів команди бпла за наявності альтернативних та динамічних депо / В.П. Горбулін, Л.Ф. Гуляницький, І.В. Сергієнко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 31–41.

Анотація. Запропоновано змістовну постановку та математичні моделі проблем оптимізації маршрутів команди безпілотних літальних апаратів (БПЛА) під час обстеження чи обслуговування заданої множини об'єктів за наявності альтернативних та динамічних депо (місць старту чи/або фінішу) і ресурсних обмежень. До таких проблем належать, зокрема, планування польотів БПЛА, що використовують рухомі платформи як депо. Критеріями оптимізації є як сумарна довжина маршрутів, так і кількість задіяних БПЛА. Розроблено та реалізовано алгоритми розв'язування сформульованих задач комбінаторної оптимізації, які базуються на оптимізації мурашиними колоніями, табу пошуку та повному переборі. Наведено результати обчислювального експерименту.

Ключові слова: оптимізація маршрутів, БПЛА, мурашині алгоритми, динамічні депо, табу пошук, гремліни.

Optimization of uav team routes at the availability of alternative and dynamic depots / V.P. Horbulin, L.F. Hulianytskyi, I.V. Sergienko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 31–41.

Abstract. The paper considers the problems of optimization of unmanned aerial vehicle (UAV) routes which act as a team when inspecting or supporting a given set of objects in the presence of alternative and dynamic depots (starting and/or landing sites) and resource constraints. Problem definition and mathematical models are proposed. Such problems, in particular, include UAV flight planning problems, which use moving platforms as a depot. The optimization criteria are both the total length of the routes and the number of UAVs involved. Algorithms for solving formulated combinatorial optimization problems based on ant colony optimization, tabu search, and exhaustive search have been developed and implemented. The results of the computational experiment are presented.

Keywords: route optimization, UAV, ant algorithms, dynamic depo, tabu search, gremlins.

УДК 517.9

О стохастическом оптимальном управлении дескрипторной системой / Л.А. Власенко, А.Г. Руткас, В.В. Семенец, А.А. Чикрий // Кибнетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 42–52.

Лл.: 1. Табл.: 1. Бібліогр.: 20 назв.

Аннотация. Исследована задача оптимального управления дескрипторной системой, эволюцию которой описывают стохастическим дифференциально-алгебраическим уравнением в смысле Ито. Рассмотрен квадратичный функционал качества. Основное ограничение состоит в том, что характеристический пучок матриц, соответствующий уравнению, является регулярным. Установлены условия существования и единственности оптимального управления и соответствующего оптимального состояния. Результаты иллюстрируются на примере стохастической дескрипторной системы, описывающей переходные режимы в радиотехническом фильтре со случайными возмущениями в виде белого шума.

Ключевые слова: стохастическое дифференциально-алгебраическое уравнение, винеровский случайный процесс, квадратичный функционал качества, стохастическое оптимальное управление, радиотехнический фильтр, переходной режим.

Про стохастичне оптимальне керування дескрипторною системою / Л.А. Власенко, А.Г. Руткас, В.В. Семенец, А.О. Чикрій // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 42–52.

Анотация. Досліджено задачу оптимального керування дескрипторною системою, еволюцію якої описують стохастичним диференціально-алгебраїчним рівнянням у сенсі Іто. Розглянуто квадратичний функціонал якості. Основне обмеження полягає в тому, що характеристичний жмуток матриць, який відповідає рівнянню, є регулярним. Встановлено умови існування та єдиності оптимального керування та відповідного оптимального стану. Результати ілюструються на прикладі стохастичної дескрипторної системи, що описує перехідні режими у радіотехнічному фільтрі з випадковими збуреннями у вигляді білого шуму.

Ключові слова: стохастичне диференціально-алгебраїчне рівняння, вінерівський випадковий процес, квадратичний функціонал якості, стохастичне оптимальне керування, радіотехнічний фільтр, перехідний режим.

On the stochastic optimal control of a descriptor system / L.A. Vlasenko, A.G. Rutkas, V.V. Semenets, A.A. Chikrii // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 42–52.

Abstract. We study the optimal control problem of a descriptor system, whose evolution is described by Ito's differential-algebraic equation. The quadratic cost functional is considered. The main constraint is that the characteristic matrix pencil corresponding to the equation is regular. We establish the conditions for the existence and uniqueness of the optimal control and the corresponding optimal state. The results are illustrated on an example of a descriptor system that describes transient states in a radio engineering filter with random perturbations in the form of white noise.

Keywords: stochastic differential algebraic equation, Wiener random process, quadratic performance functional, stochastic optimal control, radio engineering filter, transient state.

УДК 330.4:[338.33:631.58]

Математическое моделирование диверсификации сельскохозяйственных культур в Украине: научные подходы и эмпирические результаты / Е.Н. Бородин, С.В. Кирилюк, А.В. Фраер, Ю.М. Ермольев, Т.Ю. Ермольева, П.С. Кинов, В.М. Горбачук // Кибнетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 53–65.

Лл.: 0. Табл.: 2. Бібліогр.: 15 назв.

Аннотация. Описана модель диверсификации сельскохозяйственных культур на основе имитационного моделирования и робастных решений, предназначенная для проектирования и разработки оптимальной структуры посевных площадей для гармоничного сочетания сельскохозяйственных культур с постепенным переходом на принципы устойчивого хозяйствования в отечественном сельском хозяйстве. Проведен детальный анализ современной практики монокультурного производства и на основе проведенных расчетов предложена его диверсифицированная структура из 10 сельскохозяйственных культур, что будет способствовать усилению внутренней продовольственной безопасности и гармонизации аграрного развития в экологическом, социальном и экономическом измерениях.

Ключевые слова: стохастическая модель оптимизации, модель диверсификации сельскохозяйственных культур, корпоративный сектор, структура посевных площадей.

Математичне моделювання диверсифікації сільськогосподарських культур в Україні: наукові підходи та емпіричні результати / О.М. Бородіна, С.В. Киричук, О.В. Фрасер, Ю.М. Єрмольєв, Т.Ю. Єрмольєва, П.С. Кнопов, В.М. Горбачук // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 53–65.

Анотація. Описано модель диверсифікації сільськогосподарських культур на основі імітаційного моделювання та робастних рішень, призначену для проектування і розроблення оптимальної структури посівних площ для гармонійного поєднання сільськогосподарських культур з поступовим переходом на засади сталого господарювання у вітчизняному сільському господарстві. Виконано детальний аналіз сучасної практики монокультурного виробництва і на основі проведених розрахунків запропоновано його диверсифіковану структуру із 10 сільськогосподарських культур, що сприятиме посиленню внутрішньої продовольчої безпеки та гармонізації аграрного розвитку в екологічному, соціальному та економічному вимірах.

Ключові слова: стохастична модель оптимізації, модель диверсифікації сільськогосподарських культур, корпоративний сектор, структура посівних площ.

Mathematic modelling of agricultural crop diversification in Ukraine: scientific approaches and empirical results / O.M. Borodina, S.V. Kyryzyuk, O.V. Fraier, Y.M. Ermoliev, T.Y. Ermolieva, P.S. Knopov, V.M. Gorbachuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 53–65.

Abstract. The paper describes the model of agricultural crop diversification, which is based on simulation modeling and robust solutions. The model is aimed at the design and development of the optimal structure of crop areas for a harmonious combination of these crops with a gradual transition to the principles of sustainable development in domestic agriculture. A detailed analysis of monocultural production in modern practice was conducted. Performed calculations allowed suggesting diversified crop structure consisting of 10 crops ensuring food sovereignty and harmonization of agricultural development in ecological, social and economic terms.

Keywords: stochastic model of optimization, model of agricultural crop diversification, corporate sector, structure of sown areas.

УДК 519.21

О теоремах бакстеровского типа для обобщенных гауссовских случайных процессов с независимыми значениями / С.М. Краснитский, А.А. Курченко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 66–74.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 11 назв.

Аннотация. Построены подходящие семейства основных функций и доказаны теоремы бакстеровского типа для обобщенных гауссовских случайных процессов с независимыми значениями. Приведенные результаты позволяют разбить семейство таких процессов на классы, так что вероятностные меры, соответствующие процессам различных классов, сингулярны.

Ключевые слова: обобщенный случайный процесс, теоремы бакстеровского типа, сингулярность мер.

Про теорему бакстерівського типу для узагальнених гауссівських випадкових процесів з незалежними значеннями / С.М. Краснитський, О.О. Курченко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 66–74.

Анотація. Побудовано підходи сім'ї основних функцій і доведено теорему бакстерівського типу для узагальнених гауссівських випадкових процесів з незалежними значеннями. Ці теореми застосовано для розбиття на класи сім'ї таких процесів. Доведено сингулярність ймовірнісних мір, що відповідають процесам різних класів.

Ключові слова: узагальнений випадковий процес, теорема бакстерівського типу, сингулярність ймовірнісних мір.

On Baxter type theorems for generalized random Gaussian processes with independent values / S.M. Krasnitskiy, O.O. Kurchenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 66–74.

Abstract. We construct suitable families of basic functions and prove theorems of Baxter type for generalized Gaussian random processes with independent values. These theorems are used to divide families of such processes into classes. The singularity of probability measures corresponding to representatives of different classes is proved.

Keywords: generalized random process, theorems of Baxter type, singularity of probability measures.

УДК 004.023

Генетические алгоритмы турнирного вытеснения с гауссовой мутацией / В.П. Шило, Н.Н. Глибовец, Н.М. Гулаева, Е.В. Никищихина // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 75–88.

Лл.: 5. Табл.: 11. Бібліогр.: 11 назв.

Аннотация. Для решения задач многоэкстремальной оптимизации предложен новый генетический алгоритм образования ниш — генетический алгоритм турнирного вытеснения с гауссовой мутацией. Проведенный сравнительный анализ предложенного алгоритма с другими алгоритмами вытеснения и с параллельным алгоритмом поиска с восхождением к вершинам показал преимущества разработанного алгоритма во многих случаях. Введен критерий оценки степени разброса элементов популяции. Показано, что вычисление этого критерия является целесообразным для оценки качества работы алгоритмов поиска глобальных и локальных максимумов.

Ключевые слова: задача многоэкстремальной оптимизации, генетические алгоритмы образования ниш, алгоритмы вытеснения, параллельный алгоритм поиска с восхождением к вершинам, доля ложных пиков.

Генетичні алгоритми турнірного витиснення з гаусовою мутацією / В.П. Шило, М.М. Глибовец, Н.М. Гуласва, К.В. Нікіщихіна // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 75–88.

Анотація. Для розв'язання задач багатоекстремальної оптимізації запропоновано новий генетичний алгоритм утворення ніш — генетичний алгоритм турнірного витиснення з гаусовою мутацією. Проведено порівняльний аналіз його з іншими алгоритмами витиснення та з паралельним алгоритмом сходження на вершини, який показав переваги розробленого алгоритму у багатьох випадках. Введено критерій оцінювання ступеня розпорошеності елементів популяції та показано, що обчислення цього критерію є доцільним для оцінювання якості роботи алгоритмів пошуку глобальних та локальних максимумів.

Ключові слова: задача багатоекстремальної оптимізації, генетичні алгоритми утворення ніш, алгоритми витиснення, паралельний алгоритм сходження на вершини, частка хибних піків.

Tournament crowding genetic algorithms based on Gauss mutation / V.P. Shylo, M.M. Glybovets, N.M. Gulayeva, K.V. Nikishchikhina // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 75–88.

Abstract. To solve multimodal optimization problems, a new niching genetic algorithm named tournament crowding genetic algorithm based on Gauss mutation is proposed. A comparative analysis of this algorithm to other crowding algorithms and to parallel hill-climbing algorithm has shown the advantages of the proposed algorithm in many cases. The FPR criterion to estimate the distribution of population elements is proposed and it is shown that computation of this criterion is advisable to estimate algorithms solving multimodal problems of finding global and local maxima.

Keywords: multimodal optimization problem, niching genetic algorithms, crowding algorithms, parallel hill-climbing algorithm, fake peak ratio.

УДК 517.2+519.977.58+519.8

Обобщенные градиенты в задачах динамической оптимизации, оптимального управления и машинного обучения / В.И. Норкин // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 89–107.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 59 назв.

Аннотация. Рассмотрены негладкие невыпуклые задачи динамической оптимизации, оптимального управления (в дискретном времени), в том числе управления с обратной связью, и машинного обучения. Прослежена аналогия между задачами управления дискретными динамическими системами и задачами обучения многослойных нейронных сетей с негладкими целевыми функционалами и связями. Обоснованы методы вычисления обобщенных градиентов для таких систем на основе функций Гамильтона–Понтрягина. Градиентные (стохастические) алгоритмы оптимального управления и обучения распространяются на невыпуклые негладкие динамические системы.

Ключевые слова: динамическая оптимизация, оптимальное управление, машинное обучение, многослойные нейронные сети, глубокое обучение, негладкая невыпуклая оптимизация, стохастическая оптимизация, стохастический обобщенный градиент, стохастическое сглаживание.

Узагальнені градієнти в задачах динамічної оптимізації, оптимального керування та машинного навчання / В.І. Норкін // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 89–107.

Анотація. Розглянуто негладкі неопуклі задачі динамічної оптимізації, оптимального керування (у дискретному часі), зокрема керування зі зворотним зв'язком, і машинного навчання. Простежено аналогію між задачами керування дискретними динамічними системами та задачами навчання багатослойних нейронних мереж з негладкими цільовими функціоналами та зв'язками. Обґрунтовано методи обчислення узагальнених градієнтів для таких систем на основі функцій Гамільтона–Понтрягіна. Градієнтні (стохастичні) алгоритми оптимального керування і навчання поширюються на неопуклі негладкі динамічні системи.

Ключові слова: динамічна оптимізація, оптимальне керування, машинне навчання, багатопарові нейронні мережі, глибоке навчання, негладка неопукла оптимізація, стохастична оптимізація, стохастичний узагальнений градієнт, стохастичне згладжування.

Generalized gradients in dynamic optimization, optimal control, and machine learning problems / V.I. Norkin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 89–107.

Abstract. Problems of nonsmooth nonconvex dynamic optimization, optimal control (in discrete time), including feedback control, and machine learning are considered from a common point of view. An analogy between controlling discrete dynamical systems and multilayer neural networks learning problems with nonsmooth functionals and connections is traced. Methods for computing subgradients for such systems based on the Hamilton–Pontryagin functions are developed. Gradient (stochastic) algorithms for optimal control and learning are extended to nonconvex nonsmooth systems.

Keywords: dynamic optimization, optimal control, machine learning, multilayer neural networks, deep learning, nonsmooth nonconvex optimization, stochastic optimization, stochastic generalized gradient, stochastic smoothing.

УДК 519.85

Многоэтапный подход к решению оптимизационной задачи упаковки невыпуклых многогранников / Ю.Г. Стоян, А.М. Чугай // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 89–107.

Лл.: 7. Табл.: 0. Библиогр.: 18 назв.

Аннотация. Рассматривается задача упаковки невыпуклых многогранников в контейнер минимального объема. Построена точная математическая модель задачи упаковки невыпуклых многогранников, которые допускают непрерывные трансляции и повороты. Анализируются свойства математической модели, на основании которых разработан многоэтапный подход к решению задачи. Такой подход позволяет получить оптимальное решение, которое в общем случае не является глобальным минимумом, но является доказанным локальным минимумом. Приведены численные примеры.

Ключевые слова: упаковка, невыпуклые неориентированные многогранники, Φ -функция, нелинейное программирование.

Багатоетапний підхід до розв’язання оптимізаційної задачі пакування неопуклих багатогранників / Ю.Г. Стоян, А.М. Чугай // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 89–107.

Анотація. Розглянуто задачу пакування неопуклих багатогранників у контейнер мінімального об’єму. Побудовано точну математичну модель задачі пакування неопуклих багатогранників, для яких можливі неперервні трансляції та повороти. Проаналізовано властивості математичної моделі, на основі яких розроблено багатоетапний підхід до розв’язання задачі, що дає змогу знайти оптимальний розв’язок, який в загальному випадку не є глобальним мінімумом, але є доведеним локальним мінімумом. Наведено чисельні приклади.

Ключові слова: пакування, неопуклі неорієнтовані багатогранники, Φ -функція, нелінійне програмування.

Multistage approach to solving the optimization packing problem for concave polyhedra / Y.G. Stoyan, A.M. Chugay // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 89–107.

Abstract. The paper considers the problem of packing concave polyhedra into a container of minimal volume. The aim of our investigations is construction of an exact mathematical model of the packing problem of concave polyhedra with continuous translations and rotations. Characteristics of the mathematical model are analyzed and are used as the basis to develop a multistage solution approach to obtain a nearly optimal solution which is not a global minimum solution but a proved local minimum. Numerical examples are given.

Keywords: packing, concave polytopes, Φ -function, nonlinear optimization.

УДК 62-503.57:622.24

Оптимальное распределение проходки по глубине скважины в условиях неопределенности / М.И. Горбичук, О.Т. Лазорив, Я.И. Заячук // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 119–128.

Лл.: 2. Табл.: 1. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Решена задача оптимального распределения проходок по глубине скважины на случай, когда параметры критерия оптимальности интерпретируются как нечеткие числа. Такое допущение позволило детерминированную задачу нелинейного программирования переформулировать в задачу нечеткого нелинейного программирования. Эффективность предложенного метода подтверждена имитационным примером.

Ключевые слова: бурение, критерий оптимальности, проходка, нечеткие числа, имитационный пример.

Оптимальний розподіл проходок за глибиною свердловини в умовах невизначеності / М.І. Горбійчук, О.Т. Лазорів, Я.І. Заячук // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 119–128.

Анотація. Розв'язано задачу оптимального розподілу проходок за глибиною свердловини для випадку, коли параметри критерію оптимальності інтерпретуються як нечіткі числа. Таке припущення дало змогу детерміновану задачу нелінійного програмування переформулювати у задачу нечіткого нелінійного програмування. Ефективність запропонованого методу підтверджено імітаційним прикладом.

Ключові слова: буріння, критерій оптимальності, проходка, нечіткі числа, імітаційний приклад.

Optimal distribution of piercing by depth of a well under uncertainty / M.I. Gorbichuk, O.T. Lazoriv, Y.I. Zaiachuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 119–128.

Abstract. The problem of optimal distribution by depth of mining hole is solved for the case where parameters of optimality criterion are fuzzy numbers. This assumption made it possible to transform a deterministic nonlinear programming problem into a fuzzy nonlinear programming problem. Efficiency of the proposed method is confirmed by a simulation example.

Keywords: drilling, optimality criterion, driving, fuzzy numbers, simulation example.

УДК 519.85

Метод решения задачи условной оптимизации с квадратичной функцией цели на множестве перестановок / Г.А. Донец, Л.Н. Колечкина, А.Н. Нагорная // Кібернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 129–140.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 27 назв.

Аннотация. Рассмотрена задача на множестве перестановок с квадратичной функцией цели и дополнительными линейными ограничениями. Предложен метод решения сформулированной задачи, который включает два этапа. На первом этапе находится множество опорных решений. Составляется квадратичная функция для соответствующей транспозиции и формируются подзадачи с дополнительными ограничениями. При их решении находится множество опорных решений, удовлетворяющих ограничениям основной задачи. Второй этап заключается в нахождении оптимального решения из подмножества оптимальных решений и множества допустимых решений.

Ключевые слова: условная оптимизация, квадратичная функция, множество перестановок, транспозиция элементов, прирост функции, прирост ограничения, множество допустимых решений, множество опорных решений, оптимальное решение.

Метод розв'язування задачі умовної оптимізації з квадратичною функцією цілі на множині перестановок / Г.П. Донець, Л.М. Колечкіна, А.М. Нагірна // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 129–140.

Анотація. Розглянуто задачу на множині перестановок з квадратичною функцією цілі і додатковими лінійними обмеженнями. Запропоновано метод розв'язання сформульованої задачі, який складається з двох етапів. На першому етапі здійснюється знаходження множини опорних розв'язків. Складається квадратична функція для відповідної транспозиції і формуються підзадачі з додатковими обмеженнями. Для їхнього розв'язання знаходять множину опорних розв'язків, що задовольняє обмеження основної задачі. Другий етап полягає в знаходженні оптимального розв'язку з підмножини оптимальних розв'язків і множини допустимих розв'язків.

Ключові слова: умовна оптимізація, квадратична функція, множина перестановок, транспозиція елементів, приріст функції, приріст обмеження, множина допустимих розв'язків, множина опорних розв'язків, оптимальний розв'язок.

A method to solve the conditional optimization problem with a quadratic objective function on the set of permutations / G.P. Donets, L.M. Koliechkina, A.M. Nahirna // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 129–140.

Abstract. The problem with a quadratic objective function and additional linear constraints is considered on the set of permutations. A solution method is proposed, which consists of two stages. At the first stage, the set of support solutions is found. A quadratic function is composed for the corresponding transposition and sub-problems are generated with additional constraints. A set of supporting solutions that satisfy the constraints of the main problem can be found in the course of their solution. The second stage is to find the optimal solution from the subset of optimal solutions and the set of feasible solutions.

Keywords: conditional optimization, quadratic function, set of permutations, transposition of elements, increase in function, increase in constraint, set of feasible solutions, set of support solutions, optimal solution.

УДК 519.816

Система поддержки принятия решений для решения многокритериальных задач при исследовании сложных систем / М.М. Потемкин, А.В. Дублян, Р.Б. Хомчак // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 141–148.

Лл.: 4. Табл.: 1. Библиогр.: 18 назв.

Аннотация. Приведено описание системы поддержки принятия решений для решения многокритериальных задач при исследовании сложных систем, в случае, когда рассматривается конечное множество альтернатив, характеристики которых заданы в табличной форме. В ее основу положен анализ этапности проведения указанных исследований, по результатам которого определены требования к типам задач, которые должны решаться с ее использованием, и перечню методов, который в ней целесообразно реализовать. Рассмотренная система поддержки принятия решений предназначена для решения задач в условиях определенности, а также стохастической и нестохастической неопределенности. В соответствии с основными этапами исследования сложных систем в ней реализовано ряд многокритериальных методов, которые позволяют оценивать взаимосвязи между факторами, связанными с ее функционированием, определять важность показателей, которыми она характеризуется, осуществлять построение приоритетного ряда рассматриваемых альтернатив или формировать ядро альтернатив, перспективных для дальнейших исследований.

Ключевые слова: альтернатива, многокритериальное принятие решений, метод формирования ядра, метод ранжирования.

Система підтримки прийняття рішень для розв'язання багатокритерійних задач під час дослідження складних систем / М.М. Потьомкін, О.В. Дублян, Р.Б. Хомчак // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 141–148.

Анотація. Наведено опис системи підтримки прийняття рішень для розв'язання багатокритерійних задач під час дослідження складних систем, коли потрібно проаналізувати скінченну множину альтернатив, характеристики яких задано в табличній формі. В її основу покладено аналіз етапності проведення зазначених досліджень, за результатами якого визначено вимоги до типів задач, що мають бути розв'язані з її використанням, та переліку методів, які в ній доцільно реалізувати. Розглянута система підтримки прийняття рішень призначена для розв'язання задач в умовах визначеності, а також стохастичної та нестохастичної невизначеності. Відповідно до основних етапів дослідження складної системи в ній реалізовано низку багатокритерійних методів, які дають змогу оцінювати взаємозв'язки між факторами, пов'язаними з її функціонуванням, визначати важливість показників, що її характеризують, здійснювати побудову приоритетного ряду розглядуваних альтернатив або формувати ядро альтернатив, перспективних для подальшого аналізу.

Ключові слова: альтернатива, багатокритерійне прийняття рішення, метод формування ядра, метод ранжування.

Decision-making support system for solving multicriteria problems in the analysis of complex systems / M.M. Potomkin, O.V. Dublian, R.B. Khomchak // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 141–148.

Abstract. The paper describes a decision-making support system for solving multi-criteria problems during the analysis of complex systems, in the case where a finite set of alternatives whose characteristics are given in tabular form is considered. It is based on the analysis of the phasing of such studies whose results determine the requirements for the types of problems to be solved with its use and the list of methods that are expedient to implement. The considered decision-making support system is designed to solve problems under certainty, as well as stochastic and non-stochastic uncertainty. In accordance with the main stages of the analysis of complex systems, it implements a number of multi-criteria methods that allow to assess relationships between the factors associated with its operation, determine the importance of the indicators that characterize it, generate a priority series of the considered alternatives, or form the kernel of alternatives that are promising for further research.

Keywords: alternative, multi-criteria decision making, kernel generation method, ranking method.

УДК 519.21

Об одном методе предварительного прогноза временных рядов финансовых данных / А.Д. Шаташвили, И.Ш. Дидманидзе, Г.А. Кахиани, Т.А. Фомина // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 149–156.

Лл.: 1. Табл.: 0. Библиогр.: 4 назв.

Аннотация. Рассмотрена проблема прогнозирования временных рядов цен акций ведущих мировых компаний, которым свойственна долговременная память. Делается предположение, что игнорирование наличия подобной корреляционной структуры временных рядов с применением традиционных методов анализа приводит к появлению значительно большей погрешности, чем учет долговременной памяти при фактическом отсутствии. Предполагается, что колебания цен на инструменты финансового рынка описываются процессом Херста, которым моделируют процессы с долговременной памятью. Такой временной ряд не может быть эффективно проанализирован с помощью традиционных стационарных моделей, которые полностью игнорируют этот факт. Ставится задача: с использованием рассматриваемого метода установить наличие долговременной памяти у исходного временного ряда и определить его тип.

Ключевые слова: временные ряды, фрактал, нейронные сети.

Про один метод попереднього прогнозування часових рядів фінансових даних / А.Д. Шаташвілі, І.Ш. Дідманідзе, Г.О. Кахіяні, Т.О. Фоміна // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 149–156.

Анотація. Розглянуто проблему прогнозування часових рядів цін акцій провідних світових компаній, яким властива довготермінова пам'ять. Зроблено припущення, що у разі застосування традиційних методів аналізу ігнорування наявності подібної кореляційної структури часових рядів призводить до появи значно більшої похибки, ніж врахування довготермінової пам'яті за фактичної її відсутності. Передбачається, що коливання цін на інструменти фінансового ринку описуються процесом Герста, який моделює процеси з довготерміною пам'яттю. Такий часовий ряд не можна ефективно аналізувати за допомогою традиційних стаціонарних моделей, які повністю ігнорують цей факт. Ставиться задача — з використанням розглянутого методу встановити наявність довготермінової пам'яті у вихідного часового ряду і визначити його тип.

Ключові слова: часові ряди, фрактал, нейронні мережі.

A method of preliminary forecasting of time series of financial data / A.D. Shatashvili, I.Sh. Didmanidze, G.A. Kakhiani, T.A. Fomina // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 149–156.

Abstract. The problem of forecasting the time series of stock prices of leading global companies that are characterized by long-term memory is considered. It is assumed that ignoring the presence of such a correlation structure in time series using traditional methods of analysis leads to a much greater error than taking into account long-term memory in its actual absence. It is assumed that the daily fluctuations in prices for financial market instruments are the Hurst process, that is, they have long-term memory, which means such a time series cannot be effectively analyzed using traditional stationary models that completely ignore this fact. Thus, the task is set, using the R/S analysis method, to determine the presence of long-term memory in the initial time series, to determine its type.

Keywords: data series, fractal, artificial neural networks.

УДК 519.217

О необходимых и достаточных условиях устойчивости в среднем квадратичном линейных стохастических дифференциально-разностных уравнений в частных производных под действием внешних возмущений типа случайных величин / Т.О. Лукашів, І.В. Юрченко, В.К. Ясинський // Кібернетика і системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 157–165.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 8 назв.

Аннотация. Получены необходимые и достаточные условия устойчивости в среднем квадратичном сильных решений стохастических дифференциально-разностных уравнений в частных производных с попарно независимыми внешними случайными возмущениями типа случайных величин.

Ключевые слова: стохастическое уравнение в частных производных, устойчивость в среднем квадратичном, случайные возмущения.

Про необхідні та достатні умови стійкості в середньому квадратичному лінійних стохастичних дифференціально-різницеви рівнянь у частинних похідних під дією зовнішніх збурень типу випадкових величин / Т.О. Лукашів, І.В. Юрченко, В.К. Ясинський // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 157–165.

Анотація. Одержано необхідні та достатні умови стійкості в середньому квадратичному сильних розв'язків стохастичних дифференціально-різницеви рівнянь з частинними похідними з попарно незалежними зовнішніми випадковими збуреннями типу випадкових величин.

Ключові слова: стохастичне рівняння в частинних похідних, стійкість в середньому квадратичному, випадкові збурення.

On the necessary and sufficient conditions of the stability in the mean square of the strong solutions of linear stochastic differential-difference partial derivative equations subject to external perturbations of the type of random variable / T.O. Lukashiv, I.V. Yurchenko, V.K. Yasynskyy // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 157–165.

Abstract. We obtain the necessary and sufficient conditions for the stability in the mean square of the strong solutions of stochastic differential-difference partial derivative equations with pairwise independent external random distributions of the type of random variables.

Keywords: stochastic partial differential equation, stability in the mean square, random perturbation.

УДК 519.6

Об уязвимости сложных сетевых структур и систем / А.Д. Полищук // Кібернетика і системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 166–176.

Лл.: 4. Табл.: 0. Бібліогр.: 23 назви.

Аннотация. Рассмотрены структурный и функциональный подходы к определению уязвимости сложных сетевых структур и систем к негативным внутренним и внешним воздействиям. Введены понятия параметров воздействия и посредничества элементов системы, позволяющие определять важнейшие с функциональной точки зрения узлы и ребра сети и разрабатывать сценарии для идентификации составляющих системы, блокирование которых может привести к наибольшим потерям в процессе ее функционирования, а также количественно оценивать эти потери. Проанализирована чувствительность системы к малым изменениям в объемах движения потоков, значения которых близки к критической загрузке ее составляющих. Полученные результаты могут быть использованы для усовершенствования существующих и разработки новых методов защиты реальных сетевых систем от естественных и штучных воздействий различных типов.

Ключевые слова: сложная сеть, сетевая система, поток, устойчивость, влияние, посредничество.

Про уразливість складних мережових структур та систем / О.Д. Поліщук // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 166–176.

Анотація. Розглянуто структурний та функціональний підходи до визначення уразливості складних мережових структур та систем до негативних внутрішніх та зовнішніх впливів. Введено поняття параметрів впливу та посередництва елементів системи, які надають змогу визначати найважливіші з функціонального погляду вузли та ребра мережі та розробляти сценарії для ідентифікації складових системи, блокування яких може призвести до найбільших втрат у процесі її функціонування, а також кількісно оцінювати ці втрати. Проаналізовано чутливість системи до малих змін в об'ємах руху потоків, значення яких є близькими до критичної завантаженості її складових. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення наявних та розроблення нових методів захисту реальних мережових систем від природних та штучних уражень різних типів.

Ключові слова: складна мережа, мережева система, потік, стійкість, вплив, посередництво.

Vulnerability of complex network structures and systems / O.D. Polishchuk // Kibernetika i sistemnyy analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 166–176.

Abstract. Structural and functional approaches to the determination of vulnerability of complex network structures and systems to negative internal and external influences are considered. The concept of parameters of influence and betweenness of system elements is introduced, which allows us to identify the most important from the functional point of view nodes and edges of the network and develop scenarios for identifying those components of the system whose blocking can cause greatest losses in the process of its functioning, and also quantify these losses. The sensitivity of the system to small variations in the volume of flow movement, which are close to the critical loading of its components, is analyzed. The obtained results can be used to improve the available methods and develop new ones to protect real network systems from various natural and artificial damages.

Keywords: complex network, network system, flow, stability, influence, betweenness.

УДК 621.391:519.2

Оценки стойкости симметричной шифрсистемы Ring-LWE относительно атаки с выбранным открытым текстом / С.М. Игнатенко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 177–181.

Лл.: 0. Табл.: 1. Бібліогр.: 5 назв.

Аннотация. Получены оценки стойкости симметричной шифрсистемы Ring-LWE относительно атаки с выбранным открытым текстом, основанные на применении обобщенного алгоритма BKW. Найденные оценки позволяют непосредственно выбирать значения параметров шифрсистемы, исходя из требований к ее стойкости относительно известных атак с выбранным открытым текстом. Возможность применения обобщенного алгоритма BKW является существенным фактором, влияющим на стойкость данной шифрсистемы относительно таких атак.

Ключевые слова: шифрсистема Ring-LWE, атака с выбранным открытым текстом, обобщенный алгоритм BKW, оценка стойкости.

Оцінки стійкості симетричної шифрсистеми Ring-LWE відносно атаки з підібраним відкритим текстом / С.М. Ігнатенко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 177–181.

Анотація. Отримано оцінки стійкості симетричної шифрсистеми Ring-LWE відносно атаки з підібраними відкритими текстами, які базуються на застосуванні узагальненого алгоритму BKW. Отримані оцінки дають змогу безпосередньо вибирати значення параметрів шифрсистеми, виходячи з вимог до її стійкості відносно відомих атак з підібраними відкритими текстами. Можливість застосування узагальненого алгоритму BKW є суттєвим фактором для визначення стійкості постквантових шифрсистем типу Ring-LWE відносно цих атак.

Ключові слова: шифрсистема Ring-LWE, атака з підібраними відкритими текстами, узагальнений алгоритм BKW, оцінка стійкості.

Security estimates of a Ring-LWE symmetric cryptosystem against chosen plaintext attack / S.M. Ihnatenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 177–181.

Abstract. In terms of application of the generalized BKW algorithm, the estimates of security of Ring-LWE symmetric cryptosystem against chosen plaintext attack have been obtained. These estimates allow us to choose the cryptosystem parameters directly proceeding from requirements of its security against chosen plaintext attacks. The ability to apply the generalized BKW algorithm is an important factor that affects the cryptosystem security against chosen plaintext attacks.

Keywords: Ring-LWE cryptosystem, chosen plaintext attack, generalized BKW algorithm, security estimate.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE SYSTEMS

УДК 621.317+681.849

Обоснование принципиальной возможности применения нейронных сетей глубокого обучения для построения системы выявления следов цифровой обработки фонограмм / В.И. Соловьев, О.В. Рыбальский, В.В. Журавель // Кибernetика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 182–188.

Лл.: 4. Табл.: 1. Бібліогр.: 25 назв.

Аннотация. На модели нейронной сети глубокого обучения обоснована и проверена принципиальная пригодность данной сети для создания высокоэффективного экспертного инструментария, предназначенного для выявления следов цифровой обработки в фонограммах. Эксперимент проведен на большом объеме (более 100000) экспериментальных фрагментов необработанных пауз фонограмм и пауз со следами обработки, полученных в автоматическом режиме. Найденные зависимости показали, что при пороге вероятности свыше 0.55 правильной бинарной классификации пауз возникает возможность построения высокоэффективного инструментария экспертизы.

Ключевые слова: нейронная сеть глубокого обучения, точки монтажа, цифровая обработка фонограмм, цифровая фонограмма, цифровой монтаж, экспертиза.

Обґрунтування принципової придатності нейронних мереж глибокого навчання для побудови системи виявлення слідів цифрового оброблення фонограм / В.І. Соловйов, О.В. Рыбальський, В.В. Журавель // Кибernetика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 182–188.

Анотация. На моделі нейронної мережі глибокого навчання обґрунтовано і перевірено принципову придатність такої мережі для створення високоефективного експертного інструментарію, призначеного для виявлення слідів цифрового оброблення у фонограмах. Експеримент проведено на великому обсязі (більше 100000) експериментальних фрагментів необроблених пауз фонограм і пауз із слідами оброблення, отриманих в автоматичному режимі. Отримані залежності показали, що за порогу ймовірності понад 0.55 правильної бінарної класифікації пауз виникає можливість побудови високоефективного інструментарію експертизи.

Ключові слова: нейронна мережа глибокого навчання, точки монтажу, цифрове оброблення фонограми, цифрова фонограма, цифровий монтаж, експертиза.

Substantiating the fundamental fitness of deep learning neuron networks for construction of a system for detecting traces of digital treatment of phonograms / V.I. Solovyov, O.V. Rybalskiy, V.V. Zhuravel // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 182–188.

Abstract. On the model of a deep learning neuron network, the authors substantiate and verify principal applicability of such network to create a highly efficient expert tool intended to detect traces of digital treatment in phonograms. An experiment is conducted on a large volume (more than 100,000) of experimental fragments of untitled pauses of phonograms and pauses with traces of treatment, obtained in the automatic mode. The obtained dependences showed that for the probability threshold over 0.55 correct binary classification of pauses there is a possibility of constructing a highly efficient tool of examination.

Keywords: deep learning neuron network, points of editing, digital treatment of a phonogram, digital phonogram, digital editing, examination

УДК 681.391, 519.725

Целочисленные модифицированные синусные преобразования. Метод построения и раздельные направленные адаптивные преобразования для intra-прогнозирования в кодировании изображений/видео / Л.А. Гнатив // Кибernetика и системный анализ. 2020. Том 56, № 2. С. 189–202.

Лл.: 0. Табл.: 10. Бібліогр.: 33 назви.

Аннотация. Предложен матричный метод построения целочисленного модифицированного синусного преобразования типа VII порядка 8, на основе которого построены два целочисленных преобразования и разработаны алгоритмы быстрого выполнения 8-точечных целочисленных модифицированных синусных преобразований типа VII, требующие выполнения только целочисленных операций. Алгоритмы имеют низкую вычислительную сложность, которая в 4,5 и 10,9 раз меньше по сравнению с

известным алгоритмом. Преобразования имеют более высокие характеристики эффективности кодирования по качеству степени сжатия, чем известные синусные преобразования. Разработаны алгоритмы быстрого выполнения 2D 8-точечных раздельных направленных целочисленных косинусного и модифицированных синусных адаптивных преобразований для intra-прогнозирования низкой вычислительной сложности, которая в 4,62 и 8,24 раз меньше по сравнению с известными алгоритмами.

Ключевые слова: дискретное косинусное преобразование, дискретное синусное преобразование, целочисленное косинусное преобразование, целочисленное синусное преобразование, целочисленное модифицированное синусное преобразование, раздельное направленное адаптивное преобразование, модозависимое направленное преобразование, быстрое выполнение преобразования, масштабированное преобразование, intra-прогнозирование, видеокодирование, H.265.

Цілочислові модифіковані синусні перетворення. Метод побудови і роздільні направлені адаптивні перетворення для intra-прогнозування в кодуванні зображень/відео / Л.О. Гнатів // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 2. С. 189–202.

Анотація. Запропоновано матричний метод побудови цілочислового модифікованого синусного перетворення типу VII порядку 8, на основі якого побудовано два цілочислові перетворення і розроблено алгоритми швидкого виконання 8-точкових цілочислових модифікованих синусних перетворень типу VII, які потребують тільки цілочислових операцій. Алгоритми мають низьку обчислювальну складність, яка в 4,5 і 10,9 рази менша порівняно з відомим алгоритмом. Перетворення мають більш високі характеристики ефективності кодування за якістю і ступенем стиснення порівняно з відомими синусними перетвореннями. Розроблено алгоритми швидкого виконання 2D 8-точкових роздільних направлених цілочислових косинусного і модифікованих синусних адаптивних перетворень для intra-прогнозування низької обчислювальної складності, яка в 4,62 і 8,24 рази менша порівняно з відомими алгоритмами.

Ключові слова: дискретне косинусне перетворення, дискретне синусне перетворення, цілочислове косинусне перетворення, цілочислове синусне перетворення, цілочислове модифіковане синусне перетворення, роздільне направлене адаптивне перетворення, модозалежне направлене перетворення, швидке виконання перетворення, масштабоване перетворення, intra-прогнозування, відеокодування, H.265.

Integer modified sine transforms. A construction method and separable directional adaptive transforms for intra prediction in image/video coding / L.O. Hnativ // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 2. P. 189–202.

Abstract. The author proposes a matrix method for constructing a modified order-8 integer sine transform type VII. Based on the method, two modified order-8 integer sine transforms type VII are constructed and algorithms for fast implementation at 8-point modified integer sine transforms type VII are developed, which require only integer operations. These algorithms are of low computational complexity and their computational complexity is 4.5 and 10.9 times less than for the well-known algorithm. These transforms have higher coding performance for quality and compression ratio than the well-known sine transforms. Algorithms for fast implementation of 2D 8-point separable directional integer cosine and modified sine adaptive transforms for intra prediction with low computational complexity are developed, and their computational complexity is 4.62 and 8.24 times less than that in the well-known algorithms.

Keywords: discrete cosine transform, discrete sine transform, integer cosine transform, integer sine transform, modified integer sine transform, separable directional adaptive transform, mode-dependent directional transform, fast implementation transform, scaled transform, intra prediction, video coding, H.265.